

III. Évfolyam 2. szám - 2008. június

Gyarmati József
Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem
gyarmati.jozsef@zmne.hu

SMART, A TÖBBSZEMPONTÚ DÖNTÉSI PROBLÉMA EGY EGYSZERŰ MEGOLDÁSA¹

Absztrakt

A cikk egy többszemponú döntési módszert mutat be, amely olyan szemléletes elemzési eljárással rendelkezik, ami lehetővé teszi felhasználását a K+F és a haditechnikai eszközök beszerzésének döntéselőkészítési folyamatában.

This article describe a multi-attribute utility process, witch have an illustrative analyst methods. We could use this method in a development and research, and suit for preparation of acquisition of weapon systems.

Kulcsszavak: *többszemponú döntési módszer ~ multi-attribute utility process*

BEVEZETÉS

A haditechnikai eszközök értékelése és összehasonlítása egy un. többszemponú döntési probléma [1]. A döntésemélet e döntési osztály modellezésére több módszerrel is rendelkezik. Ezeket a módszereket a szakirodalom széles körben tárgyalja. A leggyakrabban használt és a legkorszerűbb eljárások alkalmazására mutat be példákat az [1] irodalom. Az [1] és a [6] példákon keresztül mutatja be, hogy haditechnikai eszközök összehasonlításakor ezen módszerek használatával kapott rangsorok valamint pontszámok a módszerek alkalmazásának minőségétől függően jelentős szórással rendelkezhetnek. A többszemponos döntésemélet tehát igazoltan alkalmazható a haditechnikai eszközök összehasonlítására viszont minden esetben tudatában kell lenni annak, hogy a kapott eredmények pontossága önmagában ismeretlen. Ilyen esetben nagy jelentőséggel bírnak azon matematikai és statisztikai eljárások, amelyek a kapott eredmények pontosságára vonatkozólag adnak becsléseket, vagy az eredmények további elemzését vagy értelmezését teszik lehetővé.

Az eredmények pontosságára vonatkozólag a [9] irodalom mutat be egy érzékenységvizsgálatot, amely egy hiperbolikus programozás segítségével az alternatívákat értékelő pontértékekhez olyan intervallumokat rendel, amely kifejezi a súlyszám változás

¹ Ez a cikk a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatásával készült.

pontértékre gyakorolt hatását. Az [1] tűzérési tűzvezető rendszerekre valamint terepjáró tehergépkocsik többszemontú döntési modelljére alkalmazza az érzékenységvizsgálatot. A [7] és a [8] az egyes eredmények vagy részeredmények elemzésére, valamint a döntési modell kialakítására mutat be további módszereket.

A SMART (Simple Multi-Attribute Rating Technique, Egyszerű Többszemontú Skálázási Technika) nem tekint vissza régi múltra, először a 70-es évek végén publikálták [2]. A módszer első modellje, ahogy az a nevében szerepel rendkívül egyszerű, amely egyszerűség miatt az [5] a „naiv” módszerek közé sorolja. Az eljárást többször módosítják a szerzők, amelyek során olyan elemzési lehetőségeket is kap [3], [4], amelyek a katonai-műszaki terület számára is érdekessé és használhatóvá teszik az eljárást. A módszert és annak elemzési lehetőségeit jelen cikk a [3] szerint mutatja be. A módszer ismertetésének a célja a jól használható elemzési eljárás gyakorlati példán keresztül történő bemutatása.

AZ ELJÁRÁS MATEMATIKAI MODELLJE

A döntési modell két pontértékkel értékeli az alternatívákat. A döntési modell nem csupán egy pontszámokat rendel az egyes alternatívákhoz, hanem két pontszámot, amelyeket egy koordináta rendszerben ábrázolva, lehetőséget ad a döntéshozók számára a döntési probléma alaposabb elemzésére. Az eljárás döntési modelljét az (1) és a (2) egyenletek mutatják.

Az (1) egyenlet szerinti y_j a j -edik alternatíva hasznosságát jelző szám. A hasznosság értékének számítása során y_j pontszámában a költség jellegű tulajdonságok nem szerepelnek. A költség jellegű szempontokat az x_j változóban pontozza az eljárás. A két pontszám segítségével lehetőség nyílik az eszközök képességeinek és a velük járó költségeknek a külön-külön pontozására.

	A_1	A_2	\dots	A_n	
C_1	$u(a_{11})$	$u(a_{12})$	\dots	$u(a_{1n})$	w_1
C_2	$u(a_{21})$	$u(a_{22})$	\dots	$u(a_{2n})$	w_2
\vdots	\vdots	\vdots	\ddots	\vdots	
C_m	$u(a_{m1})$	$u(a_{m2})$	\dots	$u(a_{mn})$	w_n
	y_1	y_2	\dots	y_n	

(1)

$$y_j = \sum_{i=1}^n w_i u_j(a_{ij})$$

ahol: C_i az i -edik szempont;
 A_j a j -edik alternatíva;
 a_{ij} a j -edik alternatíva i -edik szempont szerinti értéke;
 u_i az i -edik szempont hasznossági függvénye;
 w_i az i -edik szempont fontosságát kifejező súlyszám.

A döntési modell összegzése szerint az alternatívák szempontonkénti hasznosságának súlyszám szerint súlyozott átlaga az alternatíva y_j pontértéke az (1) egyenletben.

	A_1	A_2	\dots	A_m
F_1	a_{11}	a_{12}	\dots	a_{1n}
F_2	a_{21}	a_{22}	\dots	a_{2n}
\vdots	\vdots	\vdots	\ddots	\vdots
F_m	a_{m1}	a_{m2}	\dots	a_{mn}
	x_1	x_2	\dots	x_n

(2)

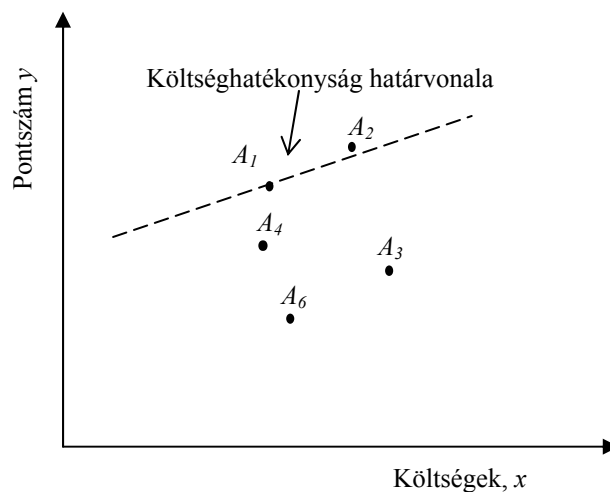
$$x_j = \sum_{i=1}^m a_{ij}$$

ahol: F_i az i -edik költségösszetevő.

A költség szerinti pontszám gyakorlatilag meggyezik az összköltséggel, amit az x_j mutat a (2) egyenletben.

Az alternatívákhoz hozzárendelt $\{x_j; y_i\}$ pontszámokat egy koordináta rendszerben kell ábrázolni a (3) egyenlet szerint, ahol az abszcisszán vannak feltüntetve a költségösszetevők.

$$A_i \rightarrow \{x_i; y_i\} \quad (3)$$



1. ábra

Az (1), (2), (3) egyenletek által leírt döntési modell alapján az eredményeket az 1. ábra szerint kell ábrázolni. A döntési modell ezen változata alapvetően abban különbözik a többi többszemponútú döntési modelltől, hogy a költségeket külön ábrázolja, így lehetőség nyílik az eszközök eredő hasznosságának és a költségeinek az összevetésére. Meghatározható, hogy a nagyobb hasznosság eszközönként mekkora összegbe kerül, más megfogalmazásba lehetőség nyílik egy ún. fajlagos hasznosság megállapítására, amit az 1. ábrán a költséghatékonyság vonala jelöl ki. Az eredmények értelmezésekor a pontértékeket nem csak egymáshoz hanem ehhez a vonalhoz képest is értékelhetők. Meghatározható vagy eldönthető, hogy egy

hasznosabb alternatíva mennyire éri meg a vele járó többletköltségeket. Az elemzés eredményeként nem feltétlenül a leghasznosabb alternatíva kiválasztására van lehetőség hanem a költséghatékonyság tekintetében a legkedvezőbb kiválasztására. Az 1. ábrán a leghasznosabb az A_2 . Az A_1 -el összevetve viszont megállapítható hogy ez utóbbi hasznossága némileg alacsonyabb viszont ezt lényegesen kisebb költséggel éri el, ennek megfelelően az összességében legkedvezőbb az A_1 alternatíva.

AZ ELJÁRÁS LÉPÉSEI

1. A döntéshozó azonosítása

A döntésemélet döntéshozó fogalma nem egyezik meg a Honvédelmi Minisztériumban használttal. A döntéshozón katonai területen azt a személyt értik, amelyik a végső döntéseket meghozza vagy az engedélyeket kiadja. A döntéseméletben pedig mindazon személyek, akik érintettek a döntések következményeivel vagy részt vesznek a döntési modell kialakításában. Ennek megfelelően a döntéshozó megnevezés helyett helyesebb a szakértő kifejezés használata.

A szakértők mindazon személyek, akik valamilyen szinten érintettek a döntések következményeiben. Amennyibe a döntési probléma több haditechnikai eszköz kiválasztása, akkor a szakértők az eszközt üzemeltetők, vagyis használók és az eszközt üzembentartók, vagyis a karbantatást a javítást és egyéb logisztikai tevékenységet végzők köréből kerül ki. Ilyen megfontolások szerint a szakértők egy löveg esetében tüzér, fegyverzeti, és logisztikusi szakmai számú személyek közül kerülhetnek ki. A szakértők közé sorolhatók azon személyek, akik az eszközt ugyan nem üzemeltetik de az alkalmazás előnyeit és hátrányait közvetlenül élvezik. Az előbb bevezetett löveg példa esetében ez az előljáró szervezet parancsnokságát jelentheti.

A döntésemélet a döntéshozók számát tekintve megkülönböztet egyszemélyi és az un. csoportos döntéseket. Az előbbieket alapján kijelenthető, hogy katonai értelemben a haditechnikai eszközök összehasonlításakor, minden esetben csoportos döntésről beszélhetünk. A csoportos döntések a döntésemélet egy összetettebb problémakörét taglalják, ugyanis nem egy szakértői véleményből, hanem több szakértő valamilyen módon összesített véleményéből kell kiindulni. Az eredő vagy modális vélemények meghatározására katonai példákat mutat be a [7].

2. Az alternatívák azonosítása

A döntési modellek ezen osztálya alkalmazható minden olyan esetben, ahol az alternatívákat nem egy hanem több következményértékkel lehet jellemezni és ezen következmények a modell szerint 1 valószínűséggel realizálódnak. Katonai döntések esetében a modell alkalmazhatósága széles körű, hiszen még egyes harcászati szintű probléma döntés-előkészítésében is felhasználnak bizonyos naiv módszereket. A cikk a módszert olyan aspektusból vizsgálja, hogy haditechnikai eszközök összehasonlító elemzésére hogyan és milyen eredményességgel alkalmazható, tehát az alternatívák haditechnikai eszközök. Kiválasztásuk alapvetően a döntés környezetétől függ. A döntési környezeteket az [1] 44-48 oldalán azonosítja. A döntés környezete az összehasonlítás célját határozza meg, ami lehet beszerzés, előzetes felmérés, döntés előkészítés, vagy meglévő eszközök közül kiválasztás egy feladatra akár kivonásra is.

Az alternatívák meghatározásakor minden esetben a döntéshozói célokból kell kiindulni, miszerint: Melyek lehetnek azok az eszközök, amelyek a kitűzött célokat teljesíteni képesek?

Ha a döntési cél egy ellenséges eszköz képességeivel való összemérés akkor az alternatívákat ezen célt kielégítő eszközcsoport lesz a megoldás.

3. A szempontok meghatározása

Az alternatívákat meghatározó szempontrendszer kialakítása lényegében az általános törvényszerűségek szerint történik. A haditechnikai eszközök szempontrendszerének kialakításának törvényszerűségeit a [10] és a [11] tartalmazza. A SMART esetében viszont mindenképpen meg kell határozni költség jellegű szempontokat is, hiszen ezek függvényében lesz ábrázolva a többi szempont szerint számított hasznosság.

A SMART módszertan a szempontok meghatározását fastruktúra keretében javasolja, ahol a kiindulás a döntéshozók fő célja, majd ezen célok teljesítéséhez szükséges képességeket bontja a fa ágain keresztül az ún. levélszempontig, amely teljesítésének a szintje már közvetlenül mérhető. A kiindulást követően a szempontokat két csoportba sorolja, ezek: hasznosság; költség, amely két főszempontot mér az (1) és a (2) egyenlet.

Haditechnikai eszköz esetében ez az elv nem minden esetben alkalmazható, hiszen a döntéshozó célja a hasznosságot tekintve egyként nem fogalmazható meg katonai értelemben inkább cél és követelményrendszerrel lehet beszélni. A szempontrendszer kialakítása ennek megfelelően a [10] és a [11] szerint javasolt, avval a kiegészítéssel, hogy a költségeket egy külön főszempontba kell csoportosítani.

4. A szempontok hasznossági függvényeinek definiálása.

A hasznossági függvények feladata, hogy a szempont által leírt képesség betöltési minőségének döntéshozói (szakértői) hasznosságát határozza meg. Ha a szempont például a páncélátütő-képesség, akkor a hasznossági függvénye megadja hogy az egyes eszközök ezen képessége mekkora például egy 1-től 10-ig terjedő skálán.

A SMART a hasznossági függvényeit a szakértői értékítéletek segítségével javasolja meghatározni. A megoldás menete:

- a) határozzuk meg azt az értéket vagy eszközt, amely a maximális hasznosságot jelenti számunkra, ezt pontozzuk 100-ra;
- b) határozzuk meg azt az értéket vagy eszközt, amely a minimális, vagyis 0 hasznosságot jelenti számunkra, ezt 0-val pontozzuk;
- c) a két szélső érték alapján határozzuk meg azt az értéket vagy eszközt, amely a maximálishoz képest fele hasznosságot jelenti számunkra, ezt pontozzuk 50-re;
- d) a középső és a maximális hasznosság alapján határozzuk meg azt az értéket, amely hasznosság szempontjából a kettő között helyezkedik el, ezt pontozzuk 75 re;
- e) a minimális és a közepes hasznosságok alapján keressük meg azt az értéket, amely hasznosság szempontjából a kettő között helyezkedik el és ezt pontozzuk 25-re.

A skálát tetszőlegesen finomíthatjuk, megfelelő matematikai apparátus segítségével a meghatározott pontokhoz függvényt lehet simítani. A módszer kitűnően alkalmas a hasznossági függvény linearitásának az ellenőrzésére.

Katonai gyakorlatban használható hasznossági függvényeket definiál a [10], a definíciók matematikai alapjait az [5] 67-95 oldalán közli.

5. Súlyszámok számítása

A többi többszemponútú döntési modellhez hasonlóan a szempontok különböző fontosságát a SMART figyelembe veszi. A súlyszámok meghatározására közvetlenbecslést javasol, de célszerűbb ennél pontosabb eljárás például az AHP vagy a Guilford féle páros összehasonlítás használata. A két módszer katonai alkalmazására az [1] 67-72 oldalán mutat be példát.

A súlyszámok meghatározásakor minden esetben figyelembe kell venni, hogy csoportos döntésről van szó. A súlyszámrendszernek tükröznie kell a teljes csoport értékrendjét. Az egyes szakértők súlyszámaiból átlagértékek számításának problémájával a [7] foglalkozik.

6. Az alternatívák pontértékeinek számítása

Az egyes alternatívák szempontonkénti hasznosságát a 4. pontban definiált hasznossági függvények segítségével kell meghatározni, majd ezen hasznosság értékek (1) és (2) szerinti súlyszámok szerint súlyozott átlagát kell számítani. A (2) egyenletben nem szerepelnek súlyszámok, amit a költség típusú szempontok speciális tulajdonságai miatt el lehet hagyni. A költségek esetében a kiadások nagysága természetes módon súlyozza magát. A különböző költség típusok azonos skálán vannak mérve ezért összeadhatók. A költségek tekintetében a fő cél egy reális összköltség számítása, amely tartalmazza az alternatívákkal kapcsolatban felmerülő összes költségeket, például, beszerzés; fenntartás; egyéb kiadások.

7. pontértékek ábrázolása

Az ábrázolás a (3) hozzárendelési szabály szerint az 1. ábra alapján történik. Az ábrázolás által lehetőség nyílik egy költség-hasznosság elemzésre. A két szempont egymáshoz viszonyított arányai alapján megállapítható az 1. ábra „költség-hatékonysági határvonala”, amely révén mérhetővé válik a képességnövekedés gazdaságossága.

8. Érzékenységvizsgálat

Ahogy az a bevezetésben említve lett a többszemponútú döntési modellek eredményei ismeretlen szórással rendelkeznek, vagyis nincs ismeret a számított pontérték pontosságára vonatkozólag. A SMART ezért egy érzékenységvizsgálatot javasol. Az érzékenységvizsgálat lényegében egy szempont súlyszámát változtatja 0-tól a maximális értékig és ezen érték mint független változó függvényében ábrázolja az alternatívák pontértékeinek a változását. Az eljárás érzékenységvizsgálata egyszerre egy szempont súlyszámának az y_i pontértékekre gyakorolt hatását mutatja. Az érzékenységvizsgálat az alternatívák y_i pontértékeit egy függvény segítségével fejezi ki, ahol a független változó a vizsgált szempont súlyszáma értelmezési tartománya pedig 0 – 100.

$$y_i(w_p^*) = \sum_{j=1}^n w_j^* u_j(a_{ij}), w_p^* \in [0,100], w_j^* = \frac{w_j}{\sum_{j=1}^n w_j - w_p^*} \quad (4)$$

ahol: w_p^* a vizsgált súlyszám eredeti értéke.
 w_p a vizsgált súlyszám, a független változó.

A számítás matematikai modellje meglehetősen egyszerű, amely lehetővé teszi hogy irodai programcsomag segítségével is elvégezhető legyen a számítás. Hátránya viszont hogy egyszerre csak egy szempont súlyszámának változását veszi figyelembe. Az összes

szempontra vonatkozó görbesereg vizsgálata már viszonylag kevés szempont esetében is kezelhetetlenül sok információt nyújt, ezért az érzékenységvizsgálatot célszerű az a [9] modellje szerint is elvégezni.

TEHERGÉPKOCSIK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

Ebben a pontban a cikk egy gyakorlati példát mutat be, amely az [1] 75 oldalán található összehasonlítás adataira támaszkodik. A példa során az előző fejezet pontjai szerint kerül bemutatásra a SMART alkalmazás. A példa adottsága miatt az 1. pont vagyis a döntéshozó azonosítása nem kerül bemutatásra.

2. Az alternatívák azonosítása

Az alternatívák 5-8 tonna hasznos teherbírású terepjáró tehergépkocsik. Hat alternatíva van ezek megnevezésére a reklám elkerülése miatt nem kerül sor, az alternatívákat az A_1 , $A_1 \dots A_6$ szimbólumok jelölik.

3.-4.-5.-6. A szempontok, súlyszámok és hasznossági függvények meghatározása

1. táblázat

	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	u	paraméter	w
VSE ² [-]	65	105	84	76	108	116	max.	min 50	25
Teljesítmény dotáció [kW/t]	11,3	13,6	17,8	13,4	13,4	13,3	max.	min 10	15
Hasznos teher [t]	5015	5800	7598	7120	7900	6000	max.	min 5000	24
Lengéskényelem [h]	2	4	2	2,2	1,3	2	max.	–	23
Rakfelület [m ²]	12	12,15	10,56	12,23	11,5	9,28	max.	–	12
Ár [1 000 000 Ft]	17	24	28	26	26	28	min	–	–

Jelen pontban foglaltak az [1] 75 oldala szerint a 1. táblázat ismerteti. A 1. táblázatban első három szempontjához paraméterek vannak megadva, amelyek hasznosság szempontjából azt jelentik, hogy a szakértők értékrendje alapján ezen értékekhez van 0 hasznosság rendelve. A legnagyobb hasznosságot a legkedvezőbb paraméter jelenti. A hasznos teher tekintetében ez a A_5 alternatíva, amely 7900 kg hasznos tömeggel rendelkezik. A hasznosság számítása e két érték alapján történik lineáris interpolációval. Példaképpen az A_3 alternatíva hasznossága teherbírás tekintetében az (5) egyenlet szerint számítandó. A lengéskényelem és a rakfelület szempontjainál a szakértők nem határoztak meg paramétereket, ebben az esetben a 0 hasznosságú adat a legkisebb. A hasznosságok számítása a (5) alapján történik értelemeszerűen. Az ár esetében nincsen meghatározva hasznossági függvény ezt a szempontot a módszer külön tengelyen ábrázolja.

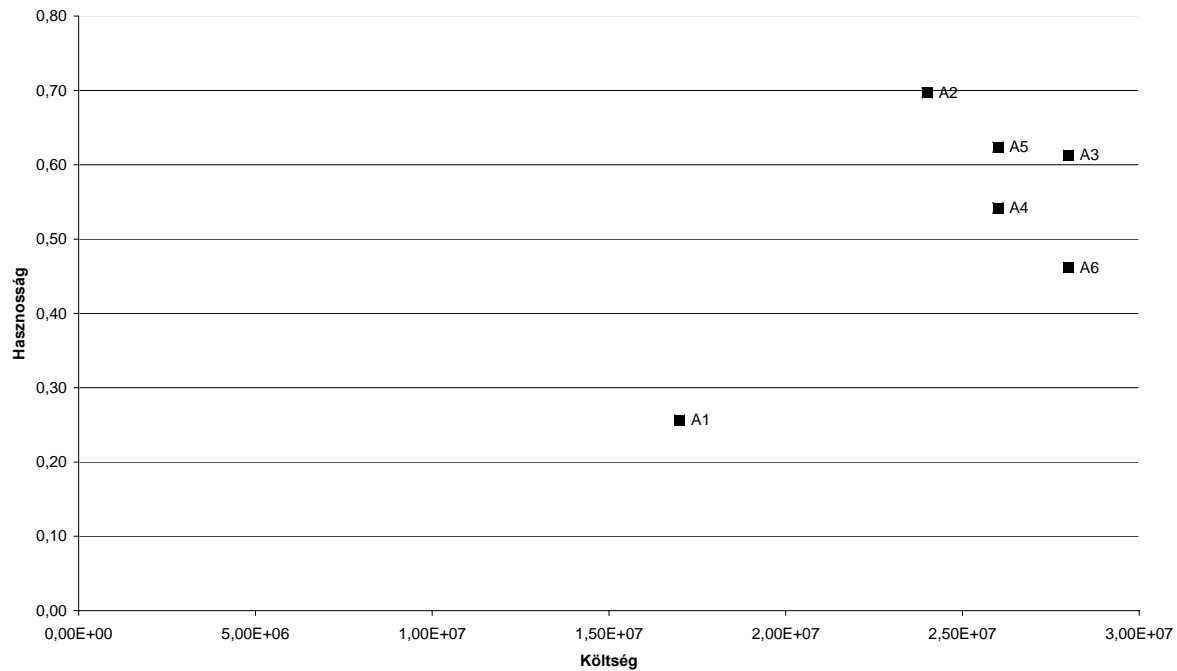
$$u_3(a_{33}) = \frac{7598 - 5000}{7900 - 5000} = 0,8958 \quad (5)$$

A 2. táblázatban látható, hogy az ár szempontjának nincs súlyszáma. Mivel ennek a szempontnak az ábrázolásban külön tengelye lesz ezért itt nem is kell súlyszám, az ár jelentőségét a koordináta rendszerbe történő ábrázolás majd a költséghatékonyság határvonalának az iránytangense adja meg a szakértői értékítéletek szerint.

7. pontértékek ábrázolása

² Vehicle Slope Elevation a jármű terepjáróképességét kifejező mutató.

A koordináta rendszerbe történő ábrázolást a 2. ábra mutatja. Az ábra elemzését megelőzően meg kell állapítani, hogy az [1] több döntési modell alkalmazásán keresztül az A_1 alternatívát



2. ábra

jelölte ki legkedvezőbbnek. A 2. ábra szerint viszont az A_2 a leghasznosabb és az A_1 hasznosság tekintetében lényegesen elmarad az A_2 alternatívához képest. Az A_1 elsőségét az [1] vélhetőleg a kedvező ára miatt állapította meg. Az A_6 alternatívákat egyértelműen ki lehet zárni, hiszen sem, költség sem pedig hasznosság tekintetében nem mutat kedvező tulajdonságokat. A költséghatékonyság határvonala alatt helyezkedik el, a vonaltól, a legnagyobb távolságra, tehát a hasznossága és a vele járó költségek ebben az esetben a legkedvezőtlenebbek.

A_1 alternatíva nagyon kedvező áron, de nagyon alacsony hasznosságot kínál, ez tehát egy nagyon olcsó, de a többi szempont szerint kevés előnnyel rendelkező választás. Az A_1 kiválasztása inkább szükségmegoldás lehet, leszámítva azt az esetet, ha az általa kínált hasznosság eléri a szakértők által követelt minimális szintet. Ebben az esetben az A_1 alternatíva optimális lehet. Ami még mellette szól, figyelembe véve a költséghatékonyság határvonalát megállapítható, hogy a hasznosság és a költség között kedvező az arány. Az alacsony hasznosságú alternatívák költség tekintetű preferálásához szükséges követelményeket a [11] részletesen taglalja.

Az elemzéshez a továbbiakban az A_2 - A_5 alternatíva marad. Ahogy azt az előzőekben meg lett állapítva a legkedvezőbb az A_2 viszont az említett alternatívák között nagyon kicsi a távolság ezért érdemes egy érzékenységvizsgálatot is elvégezni.

8. Érzékenységvizsgálat

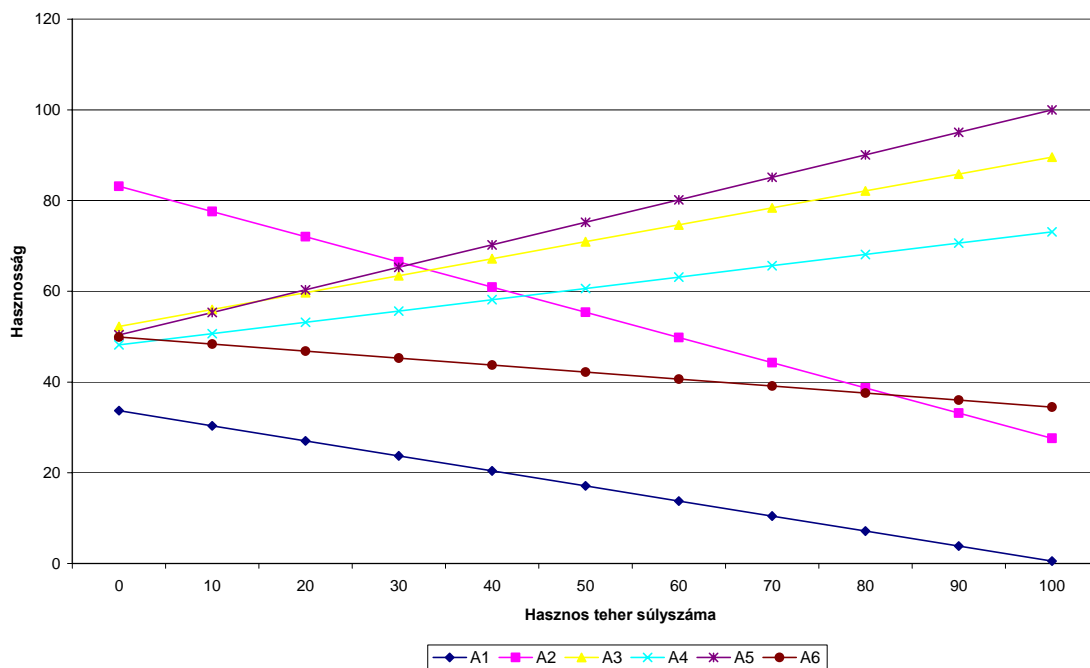
Az érzékenységvizsgálat során az kell megvizsgálni, hogy a súlyszámok milyen mértékű változása okozhatja az A_2 - A_5 alternatívák közötti rangsor megváltozását. A rangsorfordulást, vagyis A_2 hátrább sorolását két eset idézheti elő. Egy olyan szempont súlyszámának növekedése ahol A_2 kedvezőtlenebb, mint A_3 - A_5 , vagy egy olyan szempont súlyának a csökkenése ahol A_2 kedvezőbb mint A_3 - A_5 . Az 1. táblázat szerint ezek a hasznos teherbírás és

a lengéskényelem szempontjai lesznek. A két szempont érzékenységvizsgálatát a 3. és a 4. ábra mutatja.

A 3. ábra a hasznos teher súlysúlyszám változásának hatásait mutatja a hasznosságértékekre. A hasznos teher eredetileg megállapított súlysúlyszáma: $w_3 = 0,24$. A 3. ábra szerint A_2 hasznossága a w_3 növekedésével csökken és A_3 - A_5 hasznosságai pedig nőnek. A rangsor megváltozása $w_3 = 0,31$ -nél történik. Százalékos arányban ez azt jelenti, hogy: $0,31/0,24=1,29$, vagyis a súlysúlyszám 29%-os növekedése esetében A_2 elsősege megszűnik. Kérdés, hogy ez a 29% jelen esetben kicsi vagy nagy, elképzelhető ilyen mértékű pontatlanság vagy nem? A választ erre a kérdésre a szerint lehet megadni, hogy milyen módszerrel lett meghatározva a súlysúlyszám, közvetlen becslés estén elképzelhető ilyen pontatlanság, de egy korszerű súlyozásra is használható módszer például AHP esetében nem.

A 4. ábra a lengéskényelem szempontjára végzi el az előzőhöz hasonló vizsgálatot. Az eredeti súlysúlyszám: $w_4 = 0,23$, a rangsorfordulás itt a súlysúlyszám csökkenésekor várható, ami az ábra szerint $w_4 = 0,16$ értéknél következik be. Százalékos formában kifejezve: $0,23/0,16=1,44$, vagyis 44%-os csökkenés esetében következik be. Ekkora pontatlanság a súlysúlyszámok közvetlen becslésekor szintén előfordulhat, de magasabb skálaszintű eljárások esetében nem.

Összességében megállapítható, hogy min a két esetben az A_2 és az A_5 alternatíva rangsora változik először, tehát a választást ezen kettő közé lehet szűkíteni, jelen esetben a súlysúlyszámokat az [1] AHP segítségével határozta meg, tehát kijelenthető, hogy az A_2 elsősege biztos. A módszer érzékenységvizsgálata viszont egyszerre csak egy súlysúlyszám változásainak a hatását veszi figyelembe a többihez képest ezért ellenőrzésképpen a [9] szerinti érzékenységvizsgálat is el lett végezve. Az eredményeket az 5. ábra mutatja. Az érzékenységvizsgálat elvégzésekor a súlysúlyszámok $\pm 20\%$ -os változása volt feltételezve.



3. ábra

Az 5. ábra szerint az A_1 , A_4 és A_6 alternatívákat egyértelműen ki lehet zárni. A rangsor itt nem változhat olyan mértékben, ami a legelső alternatíva változását jelentené. Az A_3 alternatíva sávja és az A_2 között látható némi eltérés, de ez nagyon csekély, valamint a 2. ábra

szerint A_3 rendelkezik a legmagasabb költséggel, ezért ez is kizárható, mint optimális alternatíva.

Két alternatíva marad az A_2 és az A_5 . Az 5. ábra szerint a súlyszámok $\pm 20\%$ változása esetében fennáll e kettő rangsorának változása, viszont a 2. ábra szerint a költséghatékonyság határvonalától, bármely iránytangens esetében A_5 kedvezőtlenül helyezkedik el, ezért az optimális választás az A_2 .

IRODALOM

- [1] Gyarmati J.: Többszemponos döntésmélet alkalmazása a haditechnikai eszközök összehasonlításában, ZMNE, PhD értekezés, 2003.
- [2] Edwards, W.: How to use multiattribute utility measurement for social decision making IEEE Transaction System, Man, and Cybernetics, SMC-7, 326-340, 1977
- [3] Goodwin, P. & Wright, G. (2001) Enhancing strategy evaluation in scenario planning: a role for decision analysis Journal of Management Studies 38(1) pp. 1-16.
- [4] Cavalcante, Cristiano A.V.; da Costa, Ana Paula C.S.; Filho, Adiel T. de Almeida Multicriteria decision making on selection of decision analysis software. From: Journal of Academy of Business and Economics | Date: 3/1/2005 <http://www.encyclopedia.com/doc/1G1-149213906.html>
- [5] Temesi, J.: A döntésmélet alapjai, Aula, 2002, 120-121.
- [6] Gyarmati, J.: A haditechnikai eszközök összehasonlításának módszertana, Katonai Logisztika, 12. évf. 2. szám 148-194. p. 2004.
- [7] Gyarmati J.: A nehézpuskát jellemző szempontok fontosságát kifejező súlyszámok számítása és statisztikai vizsgálata, Haditechnika, 2006/2, 11-16.
- [8] Gyarmati J.: Műszaki berendezések vizsgálta faktoranalízis segítségével, Alkalmazott Matematikai Lapok 23 (2006), 73-83.
- [9] Rapcsák, T., Többszemponú döntési problémák AHP modellek, Egyetemi oktatáshoz segédanyag, Budapesti Közgazdaságtudományi és Államigazgatási Egyetem MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézetében kihelyezett Gazdasági Döntések Tanszék.
- [10] Gyarmati, J.: Haditechnikai eszközök összehasonlítása közbeszerzési eljárás során, Hadmérnök I. Évfolyam 2. szám - 2006. szeptember
- [11] Gyarmati, J.: Döntési modell kialakítása közbeszerzési eljárás során Hadmérnök, . Évfolyam 3. szám - 2007. szeptember